



Kap 6 Miljöbelastande ämnen

Sammanfattning

Miljöbelastande ämnen är ämnen som på olika sätt är skadliga för ekosystemet och människan. De kan oftast inte utsöndras eller brytas ner av levande organismer. De kan vara naturliga ämnen som förekommer i för hög koncentration, som vissa metaller. Ofta förekommer de i sådan liten mängd att de är svåra att mäta direkt i vattnet. Ett vanligt sätt är att undersöka bottensediment, ett annat är att mäta i fisk – i lever och i muskler. Ett tredje sätt är att se indirekta effekter av dessa ämnen t.ex. genom att studera missbildningar i kiselalgers skal eller i fjädermygglarvers mundelar. Alla dessa undersökningar har utförts i Värmullen under projektperioden 2017-2019.

Sediment har undersökts år 2004 i den regionala miljöövervakningen sediment från många ställen i Värmullen. 2014 gjordes en omfattande sedimentundersökning genom recipienkontrollen, i både södra och norra Värmullen, men då bara i ytan. 2019 undersökte vi metaller från ytsediment och på djupet i sjön, norra och södra delen. Fisk har undersökts 2011 samt 2019. Kiselalger undersöks årligen i recipienkontrollen. Bottenfaunan undersöks i norra delen av sjön, senast 2019 då en utökad bottenfaunaundersökning genomfördes.

Undersökningen av fiskens ätlighet (se kap 10) visade att abborre och gädda från Värmullen klarar livsmedelsverkets gränser för saluföring och förtäring. Det ämne som låg närmast gränsen var kvicksilver, något som gäller insjöfisk i stort sett hela Sverige. Uppmätta halter av PCB-er låg på en 10-del av gränsvärdet. Dioxiner eller dioxinliknande PCB-er förekom i halter som låg under rapporteringsgränsen i fiskmuskeln. Kvicksilver överskred EQS-värdet. EQS grundas på ekotoxikologiska data och är satta att skydda vattenlevande organismer för negativa effekter.

I den hälsoundersökning av abborre som vi beställde av Statens Veterinärmedicinska Anstalt fann man leverskador i mer än hälften av abborren som ev. kunde beror på miljögifter. Miljöstörande ämnen kommer att analyseras i fisklever från Värmullen våren 2020 i länsstyrelsens regi i de "Framtidsfiskar" som fångades genom vårt fiske sommaren 2019. I den bottenfaunaundersökning som gjordes hösten 2019 (se kap 9) konstaterades mundelsskador på fjädermygglarver på bottnar djupare än 7 m i en omfattning som resulterade i expertbedömningen "otillfredställande status".

I den sedimentundersökning som genomfördes i recipienkontrollen år 2014 uppmättes inga högre halter av organiska miljögifter utöver rester av PCB och något förhöjda halter av olja. Metallhalter från järnverket (krom, nickel och zink) i sedimenten var dock relativt höga, vilket var förväntat. Hösten 2019 gjordes därför nya metallundersökningar i sediment på olika djup både i norra och södra Värmullens djuphål. Metallhalterna krom och nickel har minskat i sediment. Zink har minskat i den södra delen, men ökat något i den norra. Bly, koppar, kvicksilver och kadmium har alla minskat.

Det går inte att säga vad det är i Värmullen som orsakar de skador på fisk eller mygglarver som vi ser. Det kan vara syrebrist i kombination med förhöjda ammoniumhalter (vid ett tillfälle överstegs gränsen för ammoniak i sjöns bottenvatten, vilket var oväntat) eller förhöjda halter av någon metall. Det kan även vara något av de många organiska ämnen som finns i sediment, även om det ännu inte har detekterats. Nästa större undersökning av sedimenten förväntas ske 2024.

Miljöbelastande ämnen

I detta kapitel tas två grupper av ämnen upp: Särskilt förorenande ämnen samt Prioriterade ämnen. Bakgrunden till uppdelningen är att den ena gruppen bedöms av vattenmyndigheten under ekologisk status – särskilt förorenade ämnen – och den andra bedöms under kemisk status - prioriterade ämnen. I denna rapport behandlas metallerna zink, bly, koppar, krom och nickel och olja och PCB-er då analyser har visat att dessa ämnen har förekommit i halter näta eller över risknivåerna. Dock har inte metallerna mätts i sjövattnet, utan i Uvån upp och nedströms Värmullen. Därför kan inte en klassningen enligt EU-gemensamma miljökvalitetsnormer, inskrivna i HVMSF 2018:17 av Värmullen ske. Däremot har en klassning för metallerna nedströms Värmullen gjorts av myndighet.

Särskilt förorenande ämnen

Till gruppen särskilt förorenande ämnen hör ämnen som släpps ut i miljön i sådan mängd att de kan skada den ekologiska balansen och som inte är utpekade som prioriterade. De kan vara sådana som naturligt förekommer i vatten eller syntetiska ämnen. För de syntetiska ämnena är utgångspunkten att de gränsvärden som används vid statusklassificeringen är nära noll. För de ämnen som förekommer naturligt tas vid bedömningen hänsyn till de naturliga bakgrundshalterna.

Vissa metaller är livsnödvändiga (essentiella), dvs. behöver av många organismer tas upp i små mängder. Hit hör t.ex. Cr, Cu, Ni och Zn. För dessa metaller kan bristsymtom uppstå vid mycket låga halter, men vid högre halter kan toxiska effekter uppstå. Till skillnad ifrån många andra ämnen är det därmed inte automatiskt att ju lägre koncentration desto bättre.

Prioriterade ämnen

Prioriterade ämnen omfattar flera grupper som pesticider, biocider, tungmetaller och läkemedel. EU har fastställt högsta halter som ska få finnas i vatten av prioriterade ämnen. Även andra ämnen som har EU-gemensamma gränsvärden – även de som finns i förordningen om fisk- och musselvattnen - ska användas vid bedömningen av ett vattens kemiska kvalitet. De ämnen som vi idag vet kan vara aktuella för Värmullen – utöver metaller– är ammoniak, PCB och olja. Halterna får inte överstiga gränsvärdena. Halterna i sediment eller biota får inte heller öka. Kemisk ytvattenstatus klassificeras i två nivåer, god eller uppnår ej god. Miljökvalitetsnormen för kemisk ytvattenstatus är en så kallad gränsvärdesnorm.

Dessa ämnen är EU-gemensamma och de uppmätta halterna jämförs med EU:s gemensamma gränsvärden, så kallade EQS värden (Environmental Quality Standards). För tre av dem, kvicksilver, hexaklorbensen och hexaklorbutadien anges också högsta tillåtna halt i biota. EQS-värdena grundas på ekotoxikologiska data och är satta utefter att de bedöms skydda vattenlevande organismer för negativa effekter. Ämnena och ämnesgrupperna finns redovisade i dotterdirektiv (2008/105/EG) till vattendirektivet. Samma regler som för prioriterade ämnen enl. ovan gäller även för de ämnen och ämnesgrupper som regleras i EG:s fiskevattendirektiv och skaldjursdirektiv De kemiska ämnen som finns reglerade i dessa bestämmelser är nitriter, fenolföreningar, mineraloljebaserade kolväten, ammoniak, ammonium, restklor, organiska halogenföreningar samt krom, zink och koppar. För övervakning av kemisk status i sjöar, vattendrag etc. finns det i vattendirektivet (2000/60/EG; WFD) 45 prioriterade ämnen som skall bestämmas Omfattningen av substanserna har nu utökats i och med förordningen HVMSF 2018:17 från 1 Jan 2019 (Citat VISS)

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Sedimentundersökningar

Halter av metaller i sediment ger en god återspeglning av metalltillförseln i ett vattenområde. Provtagningsförfarande och analyser är förhållandevis enkla och tillförlitliga och analyser av sediment lämpar sig därför mycket bra för tex karteringar av metallpåverkan. Analyser av djupare sedimentlager ger möjligheter att beskriva tidstrenden för belastningen bakåt i tiden och att bestämma de ursprungliga metallhalterna för vattenområdet. (citrat Naturvårdsverket)

Sedimenthastigheten i en sjö varierar, men man brukar anta att de 2 första cm av ett sedimentprov är "färskt" 1-5 år gamla. Proppen 24-35 cm ner i sedimenten brukar bedömas som tiden före människans påverkan (över 100 år sedan). Detta kan ifrågasättas för Värmullen, då det finns höga metallhalter även i detta djupare sediment. Metallernas påverkan räknas som en avvikelse mellan halterna i ytsediment och ett djupare, opåverkat sedimentskikt vid en tidigare undersökning på samma provplats. För Värmullen användes emellertid metallhalterna i Ämten (24-26 cm) år 2014. Vi har valt att ta fram lämpliga bakgrundhalter genom sammanställning av alla analyser som är gjorda i djupare sediment i sjöar i Värmullens närhet.

1999 gjordes en omfattande screening av sediment i Värmullen på många ställen, en del väldigt nära järnverkets slagguttyllnad i länsstyrelsens regi, regional miljöövervakning. En del av dessa mätpunkter ligger i dag överfyllda av slagg. Dessa analyser är intressanta då de gjordes på ovanligt stort djup och kan ge en uppfattning om "verkliga" bakgrundshalter. Vi har dock valt att bortse från de djupare än 45 cm, då det inte finns information om det material som analyserades. Det kan vara annat än sediment då halterna här är väldigt låga. Alla analyser är inte införda i de nationella miljöövervakningen tyvärr. Inte heller är alla halter inregistrerade (gäller organiska ämnen år 1999). De analyser som gjordes i recipientkontrollen år 2014 finns inte med.

Följande analyser har gjorts på sediment i Värmullen:

År	Regi	Antal reg. Analyser i NMÖ	Antal mätpunkter				Angivet djup	Metaller Cr, Fe, Ni	Fosfor	Olja	PCB	Andra org ämnen
			Södra Värmullen	Norra Värmullen	Reg. TS?	Reg. GF?						
1971	RMO	12	4	0	Ja	Ja	Nej Ja, 4 nivåer ner till 26 cm	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
1993	RMO	100	1	1	Ja	Ja	7 st.	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej
1999	RMO	470	8	0	Ja	Nej	Ja 7 nivåer	18 st.	Nej	Ja	Ja	Ja
2003	RMO	8	1	0	Ja	Ja	Yta 0-10	7 st.	Nej	Ja	Nej	Nej
2004	RMO	34	1	1	Ja	Ja	Yta 0-10	7 st.	Nej	Ja	Ja	Ja
2014	RKP Värmullen-	0	1	1	Ja	Ja	Yta 0-10		Nej	Ja	Ja	Ja
2019	projektet	4	1	1	Ja	Ja	Ja 2 nivåer	7 st.	Ja	Nej	Nej	Nej

RMO: Regional miljöövervakning, statligt, RKP : Recipientkontroll program, kommuner och industrier
TS=Torrsubstans GF=Glödförlust, mått på halt organiskt material

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Värmullens sedimenttyper

På platser där erosion sker kan inlagrade metaller och miljöstörande ämnen i sedimenten i stället fungera som en källa eftersom ämnena då kan föras ut i vattenmiljön. Det är därför viktigt att bedöma Värmullen utifrån om bottenarna är sedimentationsbottnar eller eroderande bottenar. I sjöars djuphålor sjunker partiklar ned kontinuerligt i tidsföljd och bildar ackumulations sediment. Dessa karaktäriseras av torrsubstanshalter mellan 5 och 25 %. Sedimentet i Värmullen har ett TS på 14-16 %. Glödgningsförlusten utgör vanligen 10-30 % av torrsubstansen. Värmullens ytsediment hade vid prov 2014 en glödgningsförlust på 12-13%. Denna sedimenttyp har stor förmåga att binda tungmetaller och organiska miljögifter som till exempel PAH och PCB.

Nyare regler i HVMSF 2018:17: Halter av såväl metaller som organiska föreningar i sediment beror på mängden organiskt och minerogent material i sedimentet, eftersom en stor del av metallerna och de organiska miljögifterna är bundna till den organiska substansen. För en bättre jämförbarhet mellan provplatser med olika sedimenttyper relaterades därför halterna av metaller (dock inte fraktionerade alifater och aromater och andra organiska miljögifter) till den organiska substansen.

I strandzonen förekommer erosionssediment.

Vågor och strömmar sköljer hela tiden ut fina partiklar hela tiden ut från strandsedimentet. Mellan strandzonen och djuphålorna, där en måttlig lutning av botten förekommer, finns transportsediment. Där sker periodvis sedimentering och periodvis transport av sediment. Omlagring av sedimenten kan förekomma.

Klassificering av sediment i Värmullen

Organiskt material i ytskikt var 13,9 och 16,3%, vilket tyder på att sediment hämtades från ackumulations bottenar. Även vattenhalten var så pass hög att kriterierna för sedimentationsbotten är uppfylld. De bör ligga under 25% i ytan. Värmullens sediment har följande sammansättning (provtagning höst 2019)

ProvID	Prov intervall	Vattenhalt	TS %	Organiskt material
Djuphåla	(cm)	(%)		(%)
Norra V	0-2	87,2	12,8	13,9
Norra V	5-10	81,0	19,0	11,5
Norra V	10-15	77,8	22,2	9,3
Norra V	25-30	61,0	39,0	7,5
Södra V	0-2	90,2	9,8	16,3
Södra V	5-10	84,3	15,7	13,2
Södra V	10-15	83,1	16,9	12,4
Södra V	25-30	74,3	25,7	9,7

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Metallhalter i sediment

För att finna lämpliga bakgrundhalter i Värmullen, den halt som borde ha funnits naturligt i en förindustriell Värmullen, gjordes en sammanställning av halter på olika djup från sjöar i omgivningen, analyserade i recipienkontrollen 2014. Metallhalt från S Värmullen, på 450 mm vilka uppmättes år 1999 togs med i jämförelsen. Det är dock svårt att vara säker på att den analysen är gjort i sediment.

<p>Nickel, mg/kg TS i sedimentskikt 240-260 mm Linje vald bakgrund för opåverkat sediment</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ställe</th> <th>Nickel (mg/kg TS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kårebolsjön</td> <td>~4.5</td> </tr> <tr> <td>Knon</td> <td>~5.0</td> </tr> <tr> <td>Ämten</td> <td>~7.5</td> </tr> <tr> <td>S Värmullen djup 450 mm</td> <td>~6.8</td> </tr> <tr> <td>Rådasjön</td> <td>~7.8</td> </tr> </tbody> </table>	Ställe	Nickel (mg/kg TS)	Kårebolsjön	~4.5	Knon	~5.0	Ämten	~7.5	S Värmullen djup 450 mm	~6.8	Rådasjön	~7.8	<p>För nickel har en bakgrundshalt på 6 mg/kg TS sediment valts</p>
Ställe	Nickel (mg/kg TS)												
Kårebolsjön	~4.5												
Knon	~5.0												
Ämten	~7.5												
S Värmullen djup 450 mm	~6.8												
Rådasjön	~7.8												
<p>Bly, mg/kg TS i sedimentskikt 240-260 mm Linje vald bakgrund för opåverkat sediment</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ställe</th> <th>Bly (mg/kg TS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kårebolsjön</td> <td>~30</td> </tr> <tr> <td>Knon</td> <td>~28</td> </tr> <tr> <td>Ämten</td> <td>~32</td> </tr> <tr> <td>S Värmullen djup 450 mm</td> <td>~23</td> </tr> <tr> <td>Rådasjön</td> <td>~25</td> </tr> </tbody> </table>	Ställe	Bly (mg/kg TS)	Kårebolsjön	~30	Knon	~28	Ämten	~32	S Värmullen djup 450 mm	~23	Rådasjön	~25	<p>För bly har en bakgrundhalt på 25 mg/kg TS sediment valts.</p>
Ställe	Bly (mg/kg TS)												
Kårebolsjön	~30												
Knon	~28												
Ämten	~32												
S Värmullen djup 450 mm	~23												
Rådasjön	~25												
<p>Kadmium, mg/kg TS i sedimentskikt 240-260 mm Linje vald bakgrund för opåverkat sediment</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ställe</th> <th>Kadmium (mg/kg TS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kårebolsjön</td> <td>~0.55</td> </tr> <tr> <td>Knon</td> <td>~0.32</td> </tr> <tr> <td>Ämten</td> <td>~0.52</td> </tr> <tr> <td>S Värmullen djup 450 mm</td> <td>~0.28</td> </tr> <tr> <td>Rådasjön</td> <td>~0.18</td> </tr> </tbody> </table>	Ställe	Kadmium (mg/kg TS)	Kårebolsjön	~0.55	Knon	~0.32	Ämten	~0.52	S Värmullen djup 450 mm	~0.28	Rådasjön	~0.18	<p>Kadmium har varierat mellan sjöarna i de djupaste sedimentlagren. 0,3 mg/kg TS sediment valdes som bakgrundsvärde. Halten av Kadmium är låg, och analysernas variation kan ligga inom mätintervall.</p>
Ställe	Kadmium (mg/kg TS)												
Kårebolsjön	~0.55												
Knon	~0.32												
Ämten	~0.52												
S Värmullen djup 450 mm	~0.28												
Rådasjön	~0.18												

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

<p>Koppar, mg/kg TS i sedimentskikt 240-260 mm Linje= vald bakgrund för opåverkat sediment</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ställe</th> <th>Koppar (mg/kg TS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kårebolsjön</td> <td>~12</td> </tr> <tr> <td>Knon</td> <td>~8.5</td> </tr> <tr> <td>Ämten</td> <td>~5</td> </tr> <tr> <td>S Värmullen djup 450 mm</td> <td>~8.5</td> </tr> <tr> <td>Rådasjön</td> <td>~8</td> </tr> </tbody> </table>	Ställe	Koppar (mg/kg TS)	Kårebolsjön	~12	Knon	~8.5	Ämten	~5	S Värmullen djup 450 mm	~8.5	Rådasjön	~8	<p>För koppar har en bakgrund på 8 mg/kg TS valts.</p>
Ställe	Koppar (mg/kg TS)												
Kårebolsjön	~12												
Knon	~8.5												
Ämten	~5												
S Värmullen djup 450 mm	~8.5												
Rådasjön	~8												
<p>Krom, mg/kg TS i sedimentskikt 240-260 mm Linje= vald bakgrund för opåverkat sediment</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ställe</th> <th>Krom (mg/kg TS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kårebolsjön</td> <td>~11</td> </tr> <tr> <td>Knon</td> <td>~11</td> </tr> <tr> <td>Ämten</td> <td>~11</td> </tr> <tr> <td>S Värmullen djup 450 mm</td> <td>~7</td> </tr> <tr> <td>Rådasjön</td> <td>~13</td> </tr> </tbody> </table>	Ställe	Krom (mg/kg TS)	Kårebolsjön	~11	Knon	~11	Ämten	~11	S Värmullen djup 450 mm	~7	Rådasjön	~13	<p>Valet av bakgrundhalt för krom är svårt. Om Värmullens djupare sediment ska betraktas som bakgrund är sedimenten i de andra sjöarna påverkade redan för 100 år sedan, vilket inte är så troligt att t.ex. Kårebolsjön var. Vi har valt en högre bakgrundhalt än Värmullens djupare skikt indikerar. Vald bakgrundshalt = 10 mg/kg TS</p>
Ställe	Krom (mg/kg TS)												
Kårebolsjön	~11												
Knon	~11												
Ämten	~11												
S Värmullen djup 450 mm	~7												
Rådasjön	~13												
<p>Zink, mg/kg TS i sedimentskikt 240-260 mm Linje= vald bakgrund för opåverkat sediment</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ställe</th> <th>Zink (mg/kg TS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kårebolsjön</td> <td>~215</td> </tr> <tr> <td>Knon</td> <td>~110</td> </tr> <tr> <td>Ämten</td> <td>~120</td> </tr> <tr> <td>S Värmullen djup 450 mm</td> <td>~55</td> </tr> <tr> <td>Rådasjön</td> <td>~75</td> </tr> </tbody> </table>	Ställe	Zink (mg/kg TS)	Kårebolsjön	~215	Knon	~110	Ämten	~120	S Värmullen djup 450 mm	~55	Rådasjön	~75	<p>Som diagrammet visar varierar zinkhalten mycket i sjöarnas djupare sedimentlager. Vad det beror på är okänt. Vi har valt en bakgrund på 100 mg/kg TS sediment, nära Ämtens halt i djupare lager. Det kan vara för högt.</p>
Ställe	Zink (mg/kg TS)												
Kårebolsjön	~215												
Knon	~110												
Ämten	~120												
S Värmullen djup 450 mm	~55												
Rådasjön	~75												

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Bedömning metallhalter i sediment

En vägledande tabell finns i Naturvårdsverkets rapport 4913 (1999) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Sjöar och vattendrag. Rapporten är inte vägledande längre för bedömning, men tabellen kan ge en fingervisning av påverkansgraden av Värmullens sediment

Tabellen kan fungera som referensverktyg vid bedömningar av ett sediments föroreningshalt. Tabellen omfattar ytsedimentprover tagna mellan 1980 och 1994 i ca 320 svenska sjöar. Halterna har delats in i fem klasser från mycket låg halt till mycket hög halt. En klassificering innebär en bedömning av om halterna är låga eller höga i förhållande till de mätdata som använts för att ta fram tabellen och säger ingenting om förekomst av negativa effekter i miljön. För statusklassning inom vattenförvaltningen bör de bedömningsgrunder som finns i HVMFS 2013:19 (konsoliderad version) användas. Tabellen nedan visar fördelningen av vissa metaller i svenska limniska sediment (mg/kg ts). Halterna ska inte normaliseras för kolhalten. Dessa halter och klassgränser är inte kopplade till några effektbaserade värden. (cit. Miljögifter i ytvatten, Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19)

Metallhalter i ytsediment från Södra Värmullen, från djuphålan utanför verket 2019 markeras med grönt – låga halter (Kadmium, bly och kvicksilver) och med gult - höge halter (Koppar, zink, krom och nickel). Enhet mg/kg T

Äldre klassindelning: Klassindelningen är utformad så att klass 1-3 inbegriper ungefär 95 % av mätvärdena i underlagsmaterialet medan klasserna 4-5 representerar halter som i allmänhet återfinns i lokalt belastade områden. S

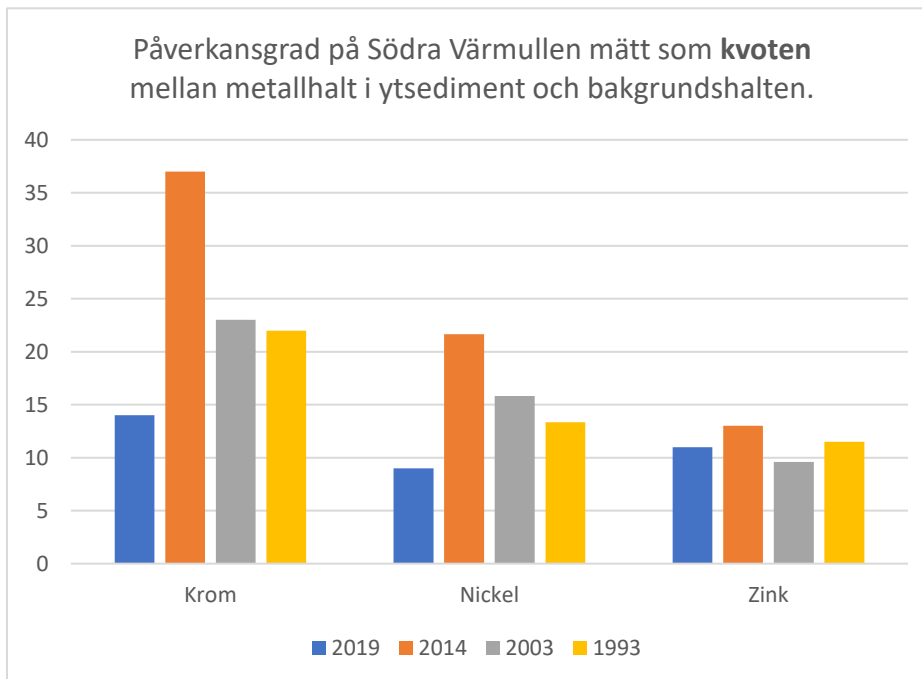
Ämne	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
	Mycket låg halt	Låg halt	Medelhög halt	Hög halt	Mycket hög halt
Cu	< 15	15-25	25-100	100-500	>500
Zn	< 150	150-300	300-1000	1000-5000	>5000
Cd	<0,8	0,8-2	2-7	7-35	>35
Pb	<50	50-150	150-400	400-2000	>2000
Hg	<0,15	0,15-0,3	0,3-1,0	1,0-5	>5
Cr	<10	10,0-20	20-100	100-500	>500
Ni	<5	5,0-15	15-50	50-250	>250
As	<5	5,0-10	10,0-30	30-150	>150

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Påverkansgrad från metaller

Genom att mäta metallhalt i ytsediment och jämföra den med bakgrundshalten får man ett mått på vattnets påverkan från olika utsläpp. Detta kan göras för fyra tillfällen år 1993,2003,2014 samt 2019.

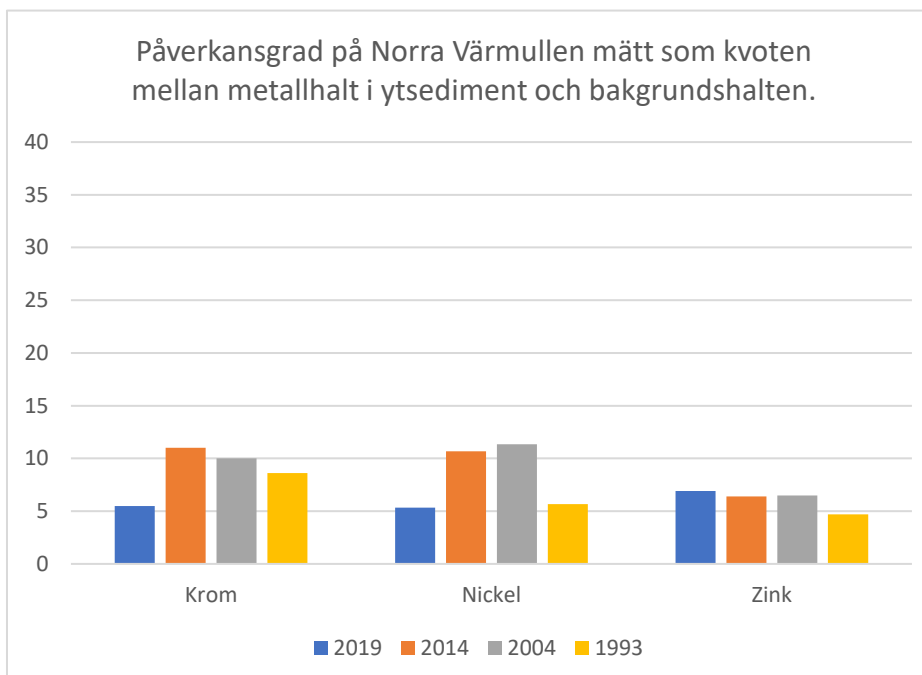
Påverkansgraden på ytsediment (0-2 cm) speglar en belastning av 1-5 år tillbaka i tiden.



Påverkansgraden har minskat för nickel och krom.

Minskningen för zink är inte så stor, men då ska man ta i beaktande att den uppmätta zinkhalten ligger närmare bakgrundshalten än både nickel och krom som har väldigt låga naturliga bakgrundshalter.

En påverkan över 10 ggr bakgrundshalten bedöms en mycket stor påverkan. Det gäller alla tre "järnmetallerna"



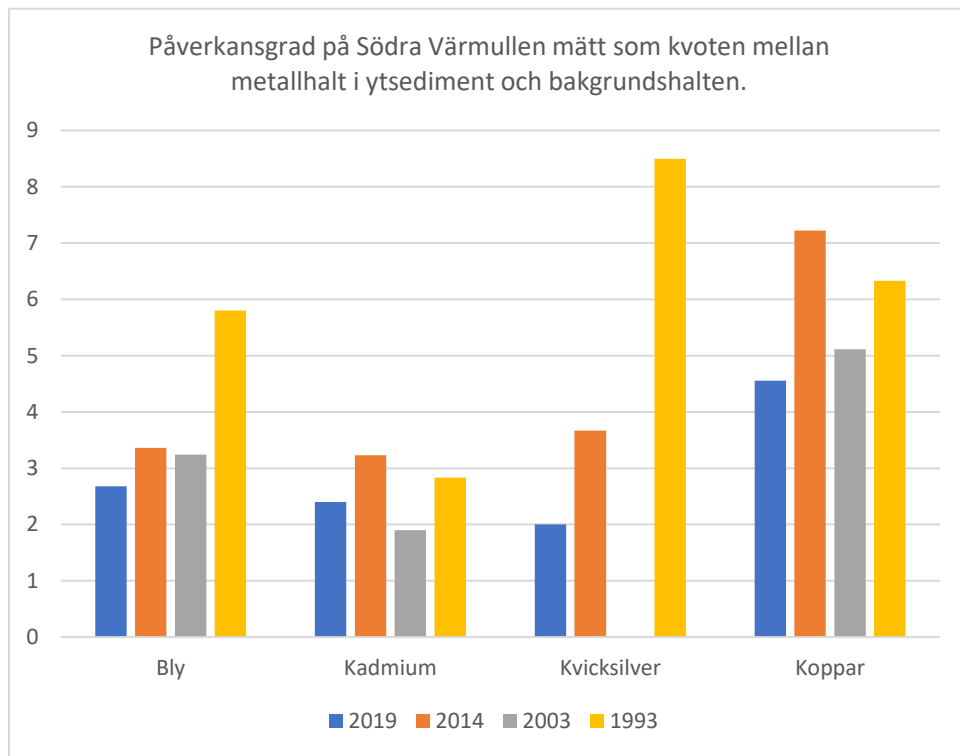
I norra Värmullen är påverkansgraden betydligt lägre. För att bra illustrera detta är det samma Y-skala i båda diagrammen.

Påverkan från krom och nickel i sjöns norra vik (Skålviken) har minskat. För zink ligger den lika.

Påverkan är ungefär 5ggr högre än bakgrundshalten, vilket bedöms som

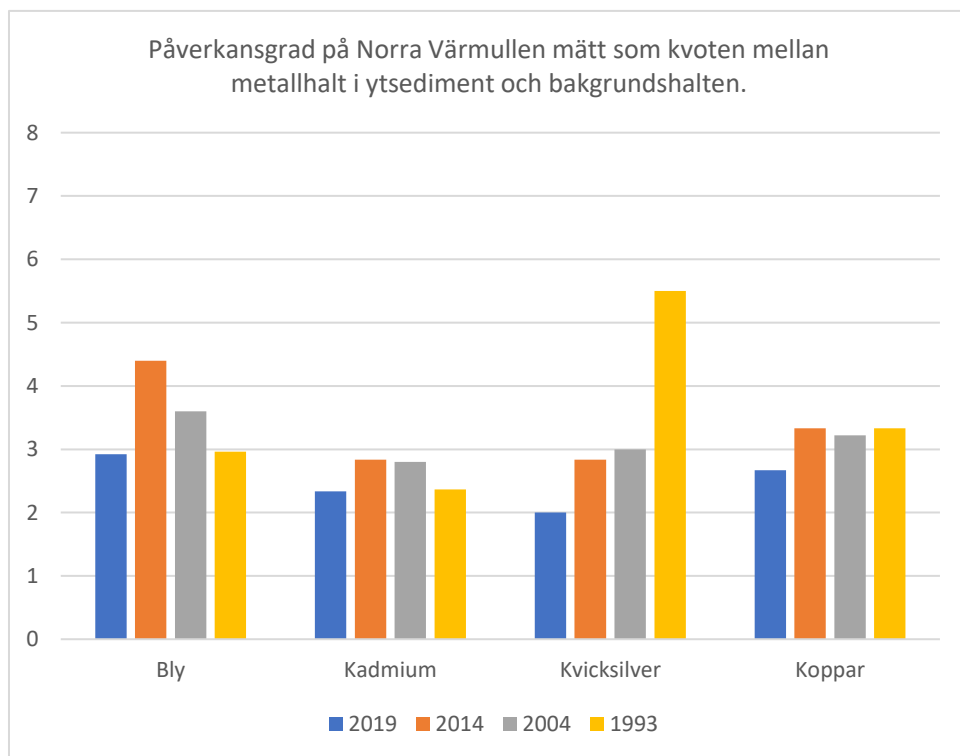
måttlig. (SYNLAB 2014)

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen



Påverkansgraden av metallerna bly, kadmium och koppar är generellt lägre än för ”järnmetallerna”, något vi kunde konstatera även i mossanalysen, se rapport 2, Metaller i mossor.

Bly och kvicksilver har minskat i samma utsträckning som moss-analyserna visar under en 30-årsperiod.



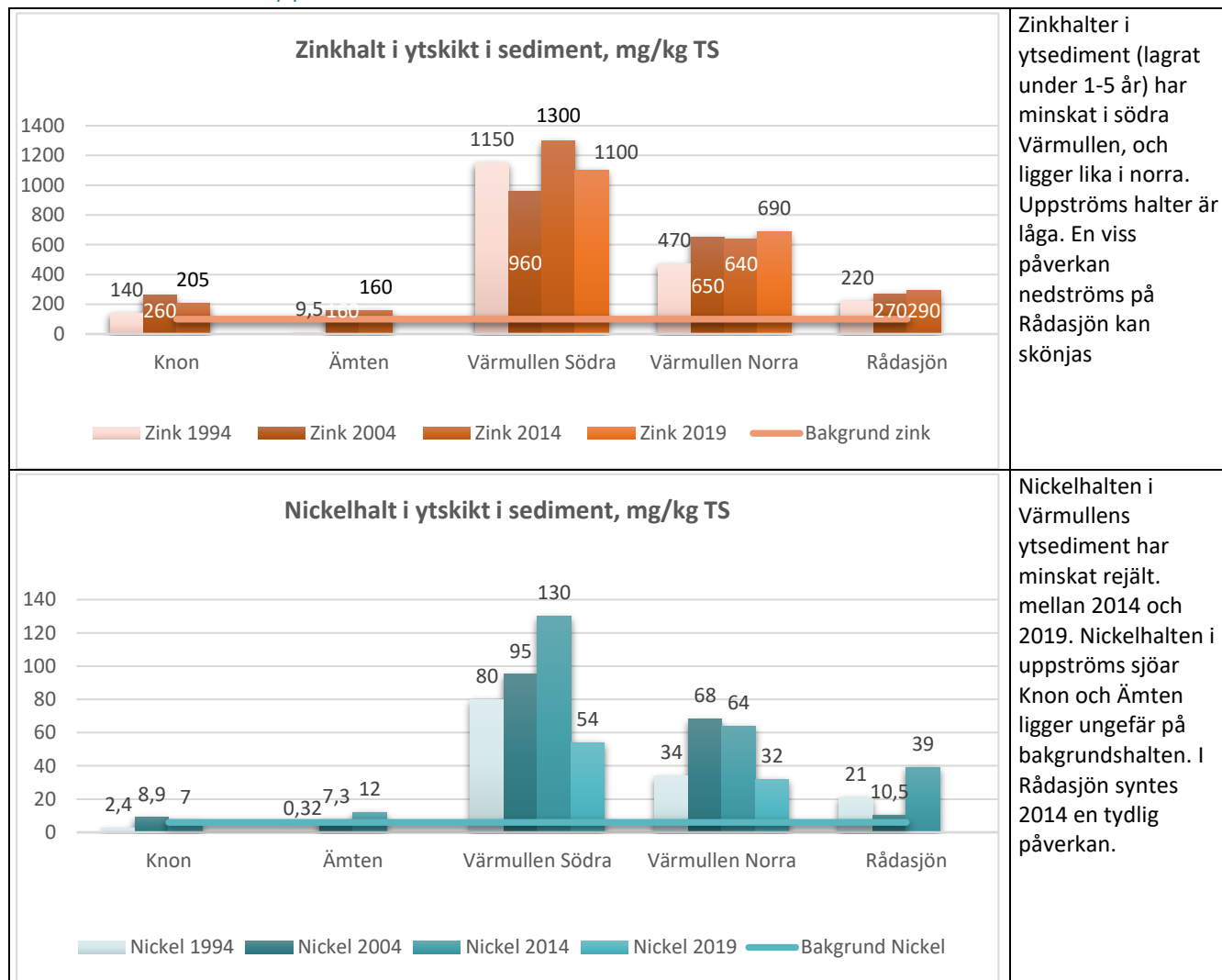
I norra Värmullen är påverkan från metallerna ungefär lika som i södra Värmullen, undantaget koppar

Kvicksilver är den metall som har minskat mest i påverkansgrad och det är ju bra.

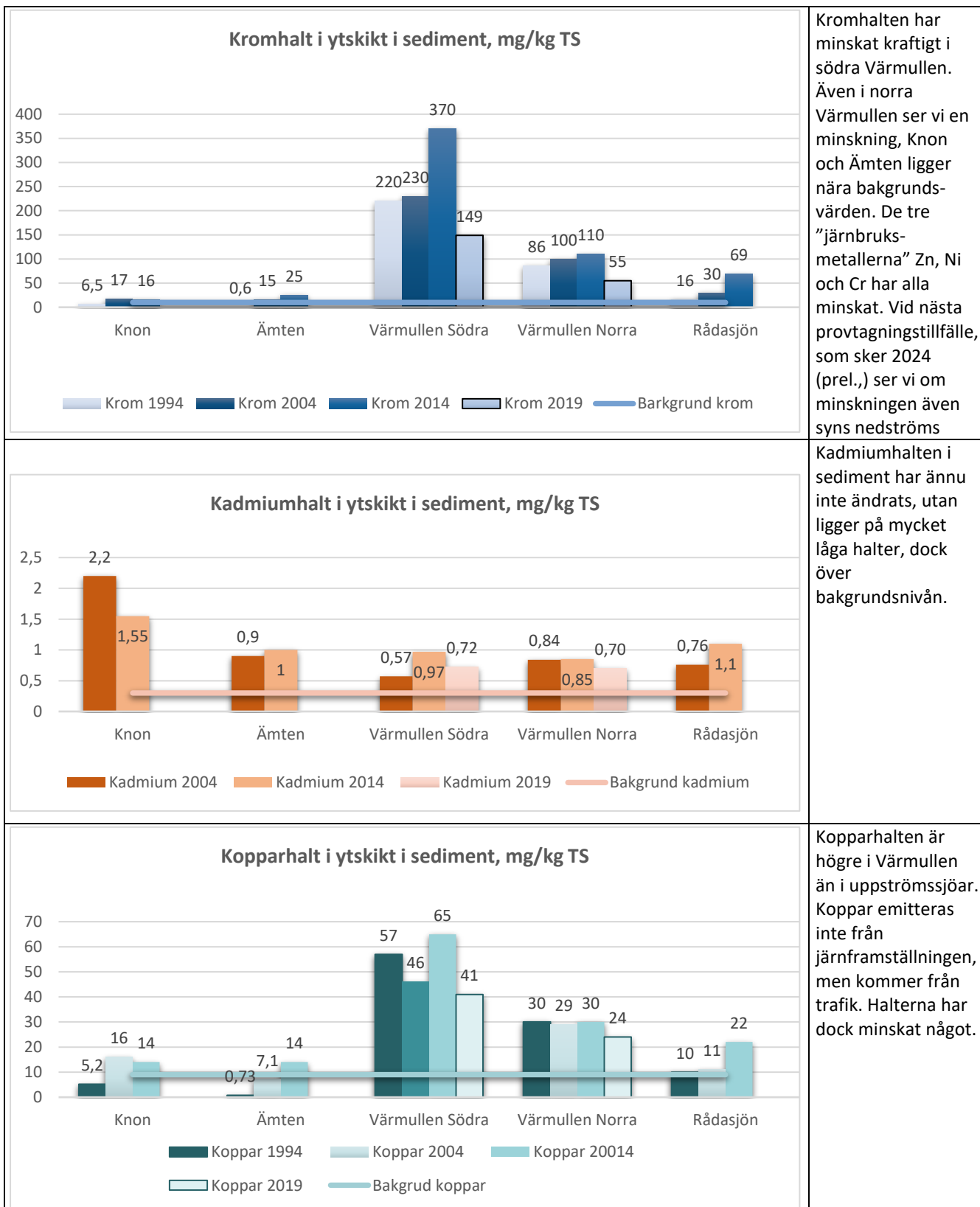
En påverkansgrad 2 ggr bakgrundshalten bedöms som ringa.

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Metaller: tidsserier uppströms och nedströms Värmullen



Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

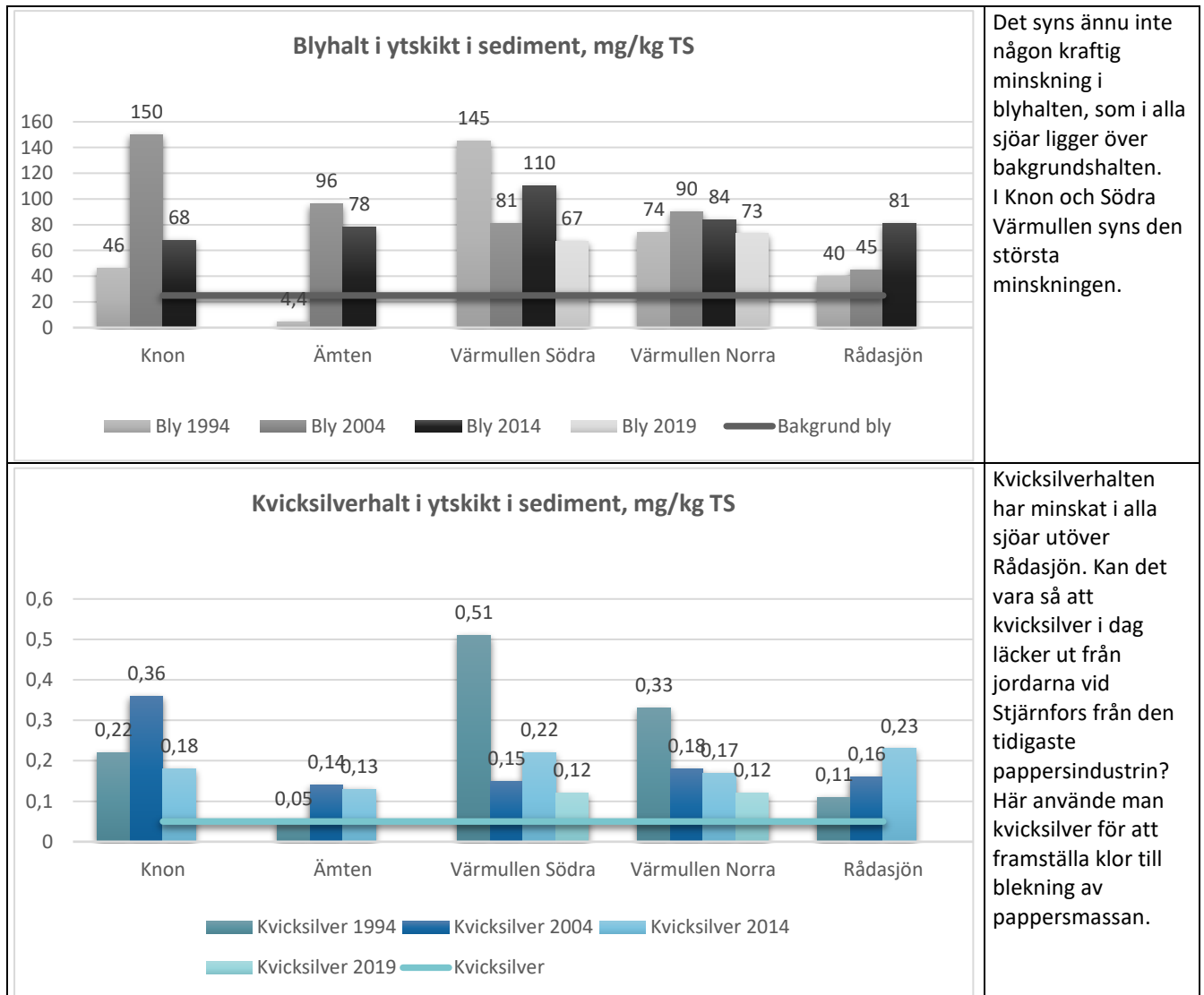


Kromhalten har minskat kraftigt i södra Värmullen. Även i norra Värmullen ser vi en minskning, Knön och Ämten ligger nära bakgrundsvärden. De tre "järnbruksmetallerna" Zn, Ni och Cr har alla minskat. Vid nästa provtagningstillfälle, som sker 2024 (prel.,) ser vi om minskningen även syns nedströms

Kadmiumhalten i sediment har ännu inte ändrats, utan ligger på mycket låga halter, dock över bakgrundsnivån.

Kopparhalten är högre i Värmullen än i uppströmssjöar. Koppar emitteras inte från järnframställningen, men kommer från trafik. Halterna har dock minskat något.

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen



Metaller: Slutsats bedömning med hjälp av sediment:

Det sker fortfarande en påverkan av "järnmetallerna" krom, zink, nickel på Värmullen då de finns i relativt sett höga halter i sedimenten, även om dessa den senaste 5-års perioden har minskat. Opåverkat bakgrundshalt är svår att finna i Värmullen och även svår att definiera – hur lång tid tillbaka ska man gå?

Då det tyvärr inte finns någon vägledning för en statusbedömning via sediment måste man utgå från att mäta dessa halter i vattenmassan i stället, vilket är en betydligt mer osäker metod, då det hittills är en hög grad av variation i uppmätta halter av dessa metaller. Se kap 5, Metaller.

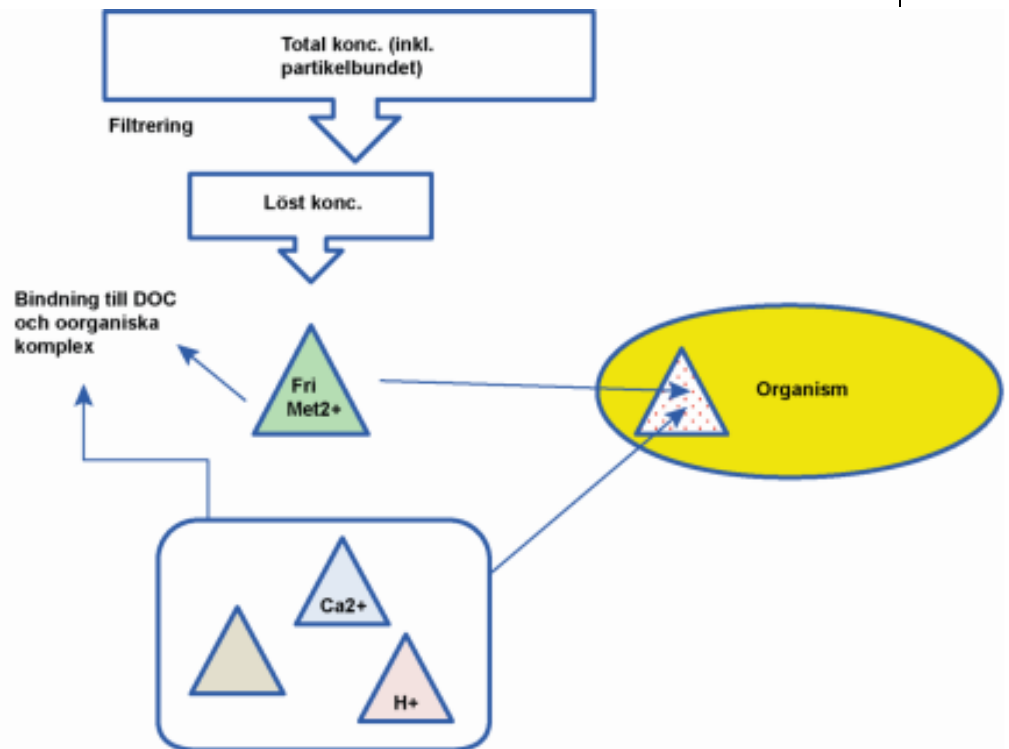
Metaller: bedömning från vattenanalyser

Biotillgänglig koncentration

Metaller finns i vattenmiljön i jonform, komplexbundet eller bundet till partiklar. Metaller som är komplexbundna till organiskt material kan inte passera gälars membran. Vattenkemin i övrigt, såsom kalciumhalt och pH, påverkar dessutom vilken andel som kan binda till cellernas receptorer och ge upphov till en toxisk effekt. För att beräkna biotillgänglig koncentration behöver vattenprovets kemiska sammansättning beaktas och eftersom sambanden är komplexa görs detta med hjälp av modellering. Det program som rekommenderas, BioMet finns gratis på nätet.

Vid minskande DOC löst organiskt kol, ökar biotillgängligheten hos Ni, Cu, Zn och Pb. Metaller inbindning till DOC kan påverkas negativt av t.ex. vätejoner, vilket leder till att biotillgängligheten kan öka vid lägre pH. Detta gäller exempelvis för zink. Samtidigt kan vätejoner konkurrera med vissa metaller vid inbindning till organismers receptorer. För t.ex. nickel ökar därför biotillgängligheten istället med ökande pH. Även kalcium kan konkurrera vid organismers receptorer, vilket gör att kalciumjoner t.ex. skyddar mot upptag av zinkjoner., Effekter av kadmium är starkt relaterade till hårdhet.

BioMet bedöms för närvarande vara det användarvänliga verktyg som är mest lämpligt att använda i Sverige för att beräkna biotillgänglig koncentration. (citat och figur från Miljögifter i ytvatten, Vägledning för tillämpning av HVMSF 2013:19)



Figur 3. Förenklad bild av förhållandet mellan total, löst (eller filtrerad) och biotillgänglig metallkoncentration. Metall bunden till DOC eller i oorganiska komplex är inte tillgänglig för organismen via direktupptag. Inbindning till DOC kan i sin tur påverkas av t.ex. pH (H^+). Ca^{2+} , H^+ m.fl. joner kan även påverka metallers inbindning till cellmembranens receptorer och därmed upptag av organismer (biotillgängligheten).

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Valideringsintervall mellan vilka beräkningarna av biotillgänglighet är god.

För zink ökar biotillgängligheten generellt vid minskande pH, kalciumhalt respektive DOC-halt. När det gäller nickel har DOC en stor inverkan på andelen biotillgängliga nickeljoner, medan kalciumhalterna knappt påverkar alls. Biotillgängligheten hos nickel ökar däremot vid ökande pH. Även när det gäller koppar har DOC en stor inverkan på biotillgängligheten. Lite förenklat gäller att ju lägre DOC, desto större betydelse har övriga vattenkemiska parametrar för biotillgängligheten. För koppar är det drygt hälften av sjöarna som hamnar utanför kritiska gränser (om både övre och nedre gränserna för kalciumhalt respektive pH räknas som kritiska) och för zink drygt 70 procent, bedömt utifrån nationella övervakningsdata. Det är främst då även låga DOC-

halter råder som det tycks kunna föreligga s.k. "känsliga förhållanden" Mellan 50 och 100 procent biotillgänglighet rådde endast då $DOC \leq 1,5$ mg/l. (citrat och tabell 2 från Miljögifter i ytvatten, Vägledning för tillämpning av HVMSF 2013:19

Tabell 2. Valideringsintervall för Bio-met ver. 3.04.

Metall	pH	Ca
Koppar	6,0–8,5	3,1–93,0 mg/l
Nickel	6,5–8,7	3,8–88 mg/l
Zink	5,5–8,5	5,0–160 mg/l

Medianvärdena för de beräknade platspecifika bedöms skydda hälften av våra svenska vatten. De kan därför användas som tumregler för när uppmätta lösta koncentrationer är så pass höga att det inte längre är rimligt att sätta "god" status med avseende på årsmedelvärdena.

Värmullen vatten har nästan alltid pH inom valideringsintervallet, medan Ca halten är låg, oftast under valideringsintervallet för Zink. Därför bör man använda schema för klassificering, sid. 16

	pH	DOC mg/l	TOC mg/l	Ca mg/l	Zn ug/l	Zn (f) ug/l	Cu ug/l	Cu (f) ug/l	Ni ug/l	Ni (f) ug/l	Pb ug/l	Pb (f) ug/l
Analyser nedströms, i Uvån 2018-2019 (12 värden förutom för Ca, 6 värden)												
Medel	6,8	9,48	9,66	3,3	17,5	16,4	0,65	0,57	0,43	0,40	0,27	0,15
Median	6,8	9,7	9,7	3,15	9,2	8,9	0,48	0,375	0,27	0,245	0,235	0,155
Max	7,1	11	12	4,2	53	55	1,4	1,2	0,84	0,87	0,45	0,23
STD	0,21	1,0	1,3	0,5	14,5	14,6	0,36	0,35	0,27	0,28	0,09	0,05
Analyser i Värmullens yta mätt under projekttiden 43 värden ,ej jämt fördelade över åren 2016-2019 Kursiverade värden från 2 analyser i rikstäckande RMÖ omdrev 2017 resp. 2019.												
Medel	6,9	8,2	10,2	2,6	10,85	-	0,25	-	0,18	-	0,16	-
Median	7	7,8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Max	7,4	15,2	19	2,6	14	-	0,26	-	0,21	-	0,17	-
STD i sjön	0,27	1,08	1,74	0,00	4,45	-	0,02	-	0,04	-	0,02	-

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Zink

Biotillgängligt gränsvärde för zink är högst 5,5 µg/l. Enligt Vägledning för tillämpning av HVMSF 2013:19 ska inte biotillgängligheten bedömas enl. metoden i BioMet om vattnet är mycket mjukt, under valideringsintervallet för Calcium, Ca <5 mg/l, vilket gäller Värmullen. Tabellen nedan vill visa hur olika beräkningarna slår om man använder rekommenderad metod i Vägledning för tillämpning av HVMSF 2013:19 alt. om man beräknat den biotillgängliga halten med BioMet (ver. 5, juni 2019) (simulerad med mätdataums pH, Ca och DOC-halt samt bakgrund Zn =1 µg/l)

1. om man använder BioMet för att beräkna biotillgängligheten för zink blir de flesta mätningarna under riktvärdet på 5,5 µg/l. I tabellen har bakgrundsvärdet tagit bort från beräknat biotillgänglighet om det varit över riktvärdet 5,5 µg/l. Då är det bara vid två tillfällen som halterna kommer över riktvärdet.
2. om man använder den metod som rekommenderas i "Vägledning för tillämpning av HVMSF 2013:19" fig. 9 faller Uvån (och därmed sannolikt Värmullen) in i måttlig status för zink. (Halter över 6,8 µg/l efter bortdragande bakgrund)
3. hur statusklassningen blir under ett år är beroende på om man tar använder medelvärden eller medianvärden i bedömningen. Då det stundtals uppmäts höga halter av zink kommer medelvärdet att vara betydligt högre än medianvärdet.

Halter µg/l – i Uvån nedströms Värmullen 6 analyser per år	Zn ofiltrerat	Zn filtrerat	Zn(f) efter bortdragande naturlig bakgrund (2 µg/l)	Biotillgänglighet Zink(b) beräknat med BioMet ver 5 juni 2019	Biotillgänglighet minus bakgrundsvärdet på 2 µg/l	Status enl. HVMSF 2013:19 fig. 9 Zn (f) > 6,8	Status enl. beräkning med BioMet(gräns 5,5 efter borttagande av bakgrund)
2018-02-06	10	9,2	7,2	1,89		Måttlig	God
2018-04-09	6,7	6,3	4,3	0,66		God	God
2018-06-13	53	55	53	14,45	12,45	Måttlig	Måttlig
2018-08-13	30	27	25	7,09	5,09	Måttlig	God
2018-10-11	25	22	20	5,78	3,78	Måttlig	God
2018-12-10	7,6	7	5	1,15		God	God
2019-02-06	8,4	8,5	6,5	2,45		God	God
2019-04-02	6,4	6,2	4,2	1,27		God	God
2019-06-04	26	23	21	4,72		Måttlig	God
2019-08-05	24	21	19	6,05	4,05	Måttlig	Måttlig
2019-10-01	4,5	3,9	1,9	1,02		God	God
2019-12-05	8,3	8,2	6,2	2,75		God	God
Medel 2018		21,08	19,1	6,08	4,08	Måttlig	God
Median 2018		15,6	13,6	4,50		Måttlig	God
Medel 2019		11,8	9,8	3,70		Måttlig	God
Median 2019		8,35	6,3	2,41		God	God
Medel 18-19	17,5	16,4	14,4	4,73		Måttlig	God
Median 18-19	9,2	8,9	6,9	2,56		Måttlig	God

Bakgrunden för zink bör beaktas efter det att man har beräknat biotillgänglig koncentration. Om löst koncentration överskrider medianvärdena för de beräknade lokalspecifika bedömningsgrunderna för koppar, zink, bly och nickel så bör man inte klassificera statusen som "god", oavsett vad den beräknade biotillgängliga koncentrationen visar. Dessa medianvärden kan således användas som tumregler även då vattenkemidata är tillgänglig och befinner sig innanför valideringsintervallen, men

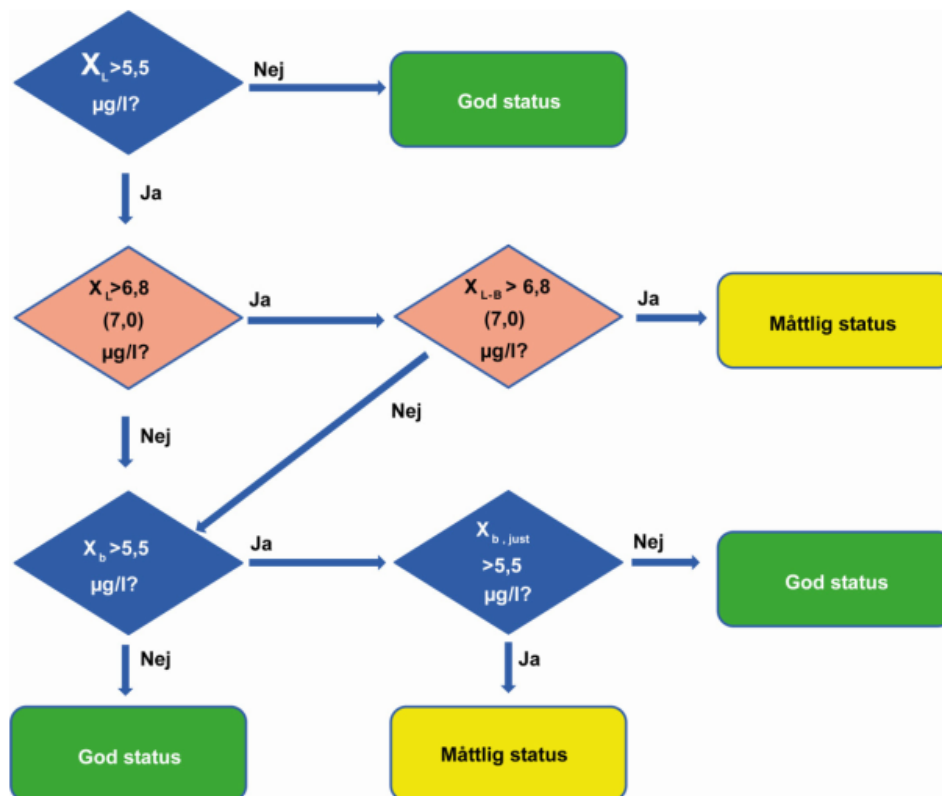
Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

då klassificeringen annars blir orimlig. Här har av 1st rekommenderad gräns använts, 2 ug/l som bakgrund i vattendrag. Bakgrunden i sjöar är sannolikt 5 ug/l. ???

Schema att använda för bedömning av zink?

Notera således att då vattenkemin är utanför kritiska valideringsgränser görs både en jämförelse mot generiska värden för löst koncentration och beräkningar av biotillgängliga koncentrationer. Dessa jämför man sedan mot värdet i bedömningsgrunderna i föreskrifterna, varefter "sämst styr".

För zink
i



Figur 9. Tillvägagångssätt för klassificering med avseende på zink i sötvatten, där expertbedömning tillämpas när pH<5,5 och/eller Ca<5,0 mg/l. X_L = medelvärdet för löst koncentration (värdet avser vattendrag respektive sjöar inom parentes); C_b = biotillgänglig koncentration hos enskilt prov; $X_b = \sum C_b/n$ dvs. medelvärdet för alla C_b ; $X_{L-B} = X_L$ men beräknat efter det att bakgrund subtraherats; $X_{b,just}$ = medelvärdet för alla C_b men där bakgrund fyllts i (i Bio-met).

sötvatten avser värdet i föreskrifterna (5,5 µg/l) biotillgänglig koncentration. Beräknat medianvärde för platsspecifika bedömningsgrunder för svenska vatten hamnar på ca 20 µg/l (löst koncentration). Följande stegvisa hantering rekommenderas (se figur 5): Om medelvärdet uttryckt som löst koncentration (X_L) < 5,5 µg/l behöver biotillgänglig koncentration inte beräknas utan "god" status råder. Om X_L är över ca 20 µg/l, även efter det att naturlig bakgrundshalt har subtraherats från uppmätt (löst) koncentration för respektive prov (dvs. om även X_{L-B} överskrider värdet), bedöms status som "måttlig", oavsett vad beräknad biotillgänglig koncentration är. Om däremot X_L är > 5,5 µg/l men ändå inte >ca 20 µg/l beräknas biotillgänglig koncentration zink för varje enskilt prov (C_b).



Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Detta görs med hjälp av BioMet. Därefter jämförs medelvärdet för de biotillgängliga koncentrationerna (X_b) med bedömningsgrunden ($5,5 \mu\text{g/l}$). Om $X_b > 5,5 \mu\text{g/l}$ beaktas även naturlig bakgrundskoncentration. Om justerad biotillgänglig medelkoncentration, $X_b \text{ just} > 5,5 \mu\text{g/l}$ är det "måttlig" status.

Medelvärdet för filtrerat zink i Uvån nedströms Värmullen var år 2018 $X_L = 21,08 \mu\text{g/l}$. Bakgrundshalten ska då dras ifrån och $X_L - B = 20,08 \mu\text{g/l}$. Då vattnet är mycket mjukt ($\text{Ca} < 5 \text{ mg/l}$) blir bedömningen måttligt enl. ovan schema. Medelvärdet enl. BioMet visar då för låga värden, vilket man får varning för. Medelvärdet av biotillgängligt zink blir ($C_b = 1,89; 0,66; 14,45; 7,09; 5,78; 1,15$) $X_b = 5,17 \mu\text{g/l}$, alltså enl. detta sätt att beräkna god status. Men då sämst styr blir bedömningen måttlig (vilket inte blev bedömningen i SYNLABS årsrapport för 2018)

Medelvärdet för filtrerat zink i Uvån nedströms Värmullen var år 2019 $11,08 \mu\text{g/l}$. Enligt första bedömnings sättet Även om bakgrundsvärdet – som är försiktigt satt till $1 \mu\text{g/l}$ - så bör bedömningen ske utifrån medelvärdet på biotillgängligheten. Den är ($C_b = 2,45; 1,27; 4,72; 6,05; 1,20; 2,75$) $X_b = 3,04 \mu\text{g/l}$ och bakgrunden behöver inte dras ifrån.

Bly

För bly t.ex. är biotillgängligt gränsvärde $1,2 \mu\text{g/l}$ 95 procent av de svenska undersökta vattnen har koncentrationer långt under medianvärdena för beräknade platsspecifika gränsvärden. Om uppmätt löst medelkoncentration är $12 \mu\text{g Pb/l}$ eller högre, är det mycket sannolikt att vattenförekomsten är tydligt påverkad av en lokal källa eller källor, det finns risk för effekter på vattenlevande organismer och det är otjänligt att dricka. Uvån filtrerade värden Medel $0,15 \mu\text{g/l}$, max $0,23$. Värmullen (2 analyser) $0,16 \mu\text{g/l}$, ofiltrerat.

Nickel

För nickel i sötvatten avser värdet i föreskrifterna ($4,0 \mu\text{g/l}$) biotillgänglig koncentration. Beräknat medianvärde för platsspecifika bedömningsgrunder för svenska vatten hamnar på ca $16 \mu\text{g/l}$ respektive $19 \mu\text{g/l}$ (löst koncentration) för vattendrag respektive sjöar. Följande stegvisa hantering (se även figur 6) rekommenderas: Om medelvärdet uttryckt som löst koncentration (X_L) $< 4,0 \mu\text{g/l}$ behöver biotillgänglig koncentration inte beräknas utan "god" status råder. Om löst medelkoncentration överskrider ca $16 \mu\text{g/l}$ (vattendrag) eller $> ca 19 \mu\text{g/l}$ (sjöar) bedöms status som "uppnår ej god", oavsett vad beräknad biotillgänglig koncentration är. Uvån ligger mkt under detta. Ni (F) $\mu\text{g/l} = 0,40$, max $0,87 \mu\text{g/l}$ Värmullen (2 analyser) $= 0,18 \mu\text{g/l}$, ej filtrerat.

Koppar

För koppar är biotillgängligt värde $0,5 \mu\text{g/l}$ och generiska (lösta) värden $3,3$ respektive $2,4 \mu\text{g/l}$ (vattendrag respektive sjöar). Medianvärdet för de platsspecifika bedömningsgrunderna är $12 \mu\text{g/l}$ (löst koncentration). Den 95:e percentilen för uppmätta koncentrationer är däremot $1,7 \mu\text{g/l}$ för sjöar och för flodmynningar $3,5 \mu\text{g/l}$ (dekanterade prover) (se bilaga 4). Om uppmätt löst koncentration är över $12 \mu\text{g/l}$ är vattenförekomsten sannolikt påverkad av lokal källa eller källor och det är troligen risk för effekter på vattenlevande organismer. Uvån Cu (F) $= 0,57$, max $1,2 \mu\text{g/l}$ och Värmullen $0,25 \mu\text{g/l}$ (ofiltrerat)

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Miljöstörande ämnen i Värmullen

Vattenmyndigheterna kan inte klassificera ekologisk status till vare sig hög eller god om kvalitetsfaktorn SFÄ klassificeras till "måttlig" status. Det gäller oavsett vad de biologiska kvalitetsfaktorerna visar. Att basera en klassificering på ett enstaka värde (stickprov) är inte lämpligt. Om det bara finns enstaka mätvärden är det istället oftast lämpligare att beakta dessa i samband med en påverkansanalys och riskbedömning än att utvärdera årsmedelvärden. I de fall ett enstaka uppmätt värde överskrider maximal tillåten koncentration kan man bara "fälla", dvs. dra slutsatsen att det inte är god status.

Bedömning

Gränsvärden för sediment är framtagna för några av de substanser som kan ackumuleras i sediment. De är framtagna för att skydda bottenlevande organismer, men de värden som ingår i föreskrifterna bedöms också ge minst eller ungefär samma skyddsnivå som motsvarande vattenvärden. Vid klassificering räcker det med att antingen gränsvärde för sediment eller gränsvärde för vatten överskrids för att motivera en sänkning till "uppnår ej god" kemisk ytvattenstatus. När det gäller biota och årsmedelvärden för vatten för samma ämne är gränsvärdena för vatten framräknade ur värdena för biota. Dessa vattenvärden är därför förknippade med en del osäkerheter. Om en klassificering baserad på vatten (årsmedelvärde) och biota visar på olika status, ska man därför i normalfallet enligt 2 kap. 8 a § HVMFS 2013:19 utgå ifrån biotavärdet (se även kapitel 12).

Årsmedelvärdena i direktiv och föreskrifter är uttryckta som just medelvärden, och det är troligen underförstått att det är aritmetiska medelvärden som avses. Om uppmätta koncentrationer på ett betydande sätt avviker från en normalfördelning kan det dock bli missvisande (orimligt) att utgå ifrån det aritmetiska medelvärdet. I dessa fall är det därför lämpligt att istället basera klassificeringen på medianvärdet för uppmätta koncentrationer. Förfarandet dokumenteras och behöver motiveras.

Detta gäller för flera metaller nedströms Värmullen.

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Metaller och metallföreningar

Kommentarer endast där vi finner gränsvärden i HVMFS 2018:17

Ämne	Vatten mätt i sjön 2017-2019	Mätt nedströms i Uvån 2017-2019	Biota (fisk)	Sediment
Bly	(gräns < 1,2 ug medelvärde i vatten.) RMÖ mätt halt 0,17 ug/l (2017), 0,14 ug/l (2019)	Filtrerat: Medel 0,15, max 0,23 ug/l		gräns < 130 mg/kg TS Mätt 2019 Maxvärde 73 i S Värmullen
Kadmium	bedömningsgrund <0,45 ug/l ? RMÖ mätt halt 0,006 ug/l (2017), 0,008 ug/l (2019)	Filtrerat: Medel 0,006, max 0,012 ug/l		Gräns < 2,3mg/kg Mätt 2019 Maxvärde 0,72 kg/kg i S och N Värmullen
Kvicksilver			Gränsvärde: Biota 20 ug/lg vv Uppmätt max värde 2019 i gädda:780 ug/kg	
Nickel	bedömningsgrund 4 ug/l RMÖ mätt halt 0,21 ug/l (2017), 0,15 ug/l (2019)	Filtrerat: Medel 0,40, max 0,87 ug/l		
Arsenik	Värde 0,5 ug/l RMÖ mätt halt 0,18 ug/l (2017), 0,14 ug/l (2019)	Filtrerat: Medel 0,21, max 0,31 ug/l		
Koppar	Årsmedelvärde i sjön < 0,5 ug/l biotillgängligt RMÖ mätt halt 0,26 ug/l (2017), 0,23 ug/l (2019)	Filtrerat: Medel 0,57, max 1,2 ug/l Kan ligga över?		
Krom	Årsmedelvärde i sjön < 3,4 ug/l, RMÖ mätt halt 0,25 ug/l (2017), 0,15 ug/l (2019)	Filtrerat: Medel 0,23, max 0,37 ug/l		
Zink	Årsmedelvärde i sjön < 5,5 ug/l biotillgängligt. Biotillgängligt ref halt ska vara under 2,1 ug/l ?? RMÖ mätt halt 7,7 ug/l (2017), 14 ug/l (2019) Ger måttlig status enl. Schema	Filtrerat: Medel 16,4, max 55 ug/l Median 8,2 ug/l OBS MEDIAN mkt lägre		

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Ammoniak

Då ammoniak är mycket giftigt finns bedömningsgrunder för "Särskilt förorenande ämnen". Maximalt beräknad halt av ammoniak-kväve var 7,9 ug/l den 22 aug 2017 i bottenvattnet i den djupaste hålan i Värmullen, vilket översteg gränsvärdet som är 6,8 ug/l (max enskilt värde). Gränsen för ett godkänt årsmedelvärde 1 ug/l överstegs dock inte

Några organiska ämnen mätta i Värmullen som inte har fått bedömningen GOD i senaste VISS-bedömning.

Ämne	Vatten	Biota	Sediment																
Pentaklorbensen		EQS-värde biota 370 ug/kg vv	ej klassad baseras på sedimentanalys för gamla värden 2004 men då för hög rapporteringsgräns. EJ KLASSAD																
Bensen	ett prov 2013-2018 med halt 7,7 ug/l Årsmedelvärde i sjön < 5,5 ug/l biotillgängligt. Biotillgängligt ref halt ska vara under 2,1 ug/l ??.		mätdata saknas analyser i sediment 2004 samma som för Pentaklorbensen EJ KLASSAD																
Bromerade difenyleter		extrapolering alla svenska vatten överskrider 0,0085 ug/kg vv undersöks i biota 0,00025 mg/kg vv uppmätt i abborre 2011 . UPPNÅR EJ GOD																	
Nonylfenol	6 mätningar under rapporteringsgräns i vatten	2011 samlingsprov abborre Ej mätt 2019 samlingsprov abborre	Även i sediment en gång 2008 då man fick 82 ug/kg TS ej klassad, men understiger 180 ug/kg TS som sätts som gräns för vidare utredningar																
PAH Polyaromatiska kolväten	+ 6 analyser i ytvatten under rapporteringsgräns utom ett 0,0008 ug/l . GOD, tre undergrupper:	1 analys abborre <table border="1"> <thead> <tr> <th>PAH-förening</th> <th>Gränsvärde µg/kg TS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Antracen</td><td>24</td></tr> <tr><td>Fluoranten</td><td>2000</td></tr> <tr><td>Naftalen</td><td>138</td></tr> <tr><td>Benso(a)pyren</td><td>91,5</td></tr> <tr><td>Benso(b)fluoranten</td><td>70,7</td></tr> <tr><td>Benso(k)fluoranten</td><td>67,5</td></tr> <tr><td>Benso(g,h,i)perylen</td><td>42</td></tr> </tbody> </table>	PAH-förening	Gränsvärde µg/kg TS	Antracen	24	Fluoranten	2000	Naftalen	138	Benso(a)pyren	91,5	Benso(b)fluoranten	70,7	Benso(k)fluoranten	67,5	Benso(g,h,i)perylen	42	Tidigare analyser i <u>sediment har överskridit värden, men då de senare analyserna är ok har man satt bedömningen som god.</u> Görs om 2024 Summa PAH-H 12 mg/kg TS i sediment 2014 . SUMMA PAH-L Mätt i sediment 2014 under rapporteringsgränsen <0,3 mg/kg TS SUMMA PAH-M Mätt i sediment 2014 1 mg/kg TS. PAH canerogena 10 mg/kg TS
PAH-förening	Gränsvärde µg/kg TS																		
Antracen	24																		
Fluoranten	2000																		
Naftalen	138																		
Benso(a)pyren	91,5																		
Benso(b)fluoranten	70,7																		
Benso(k)fluoranten	67,5																		
Benso(g,h,i)perylen	42																		

Lokal åtgärdsplan för Värmullen KAP 6 Miljöbelastande ämnen

Dioxiner och dioxinliknande ämnen

Mätt i abborre och gädda inom projektet 2019, Summa PCDD + PCDF + PCB-DL <0,0065 TEQ.

Alifatiska och aromatiska kolväten (mg/kg TS)

Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (Naturvårdsverkets 2009) anger följande gränser för olika fraktioner av alifatiska och aromatiska kolväten (mg/kg TS):

Uppmätta halter i Värmullens sediment ligger för vissa alifater något över gränsen för känslig markanvändning,

Kolvätefraktion	Känslig markanv.	Mindre känslig markanvändn.
Alifat >C5-C8	12	80
Alifat >C8-C10	20	120
Alifat >C10-C12	100	500
Alifat >C12-C16	100	500
Alifat >C5-C16	100	500
Alifat >C16-C35	100	1000
Aromat >C8-C10	10	50
Aromat >C10-C16	3	15
Aromat >C16-C35	10	30

Vet ej om detta fortfarande används som bedömningsgrunder.

Oljegrupp	Plats	mg/kg TS i sediment
Alifater C5-C16	Värmullen södra	19
Alifater C12-C16	Värmullen södra	19
Alifater C16-C35	Värmullen södra	660
Alifater C16-C35	Värmullen norra	430

Klorerade kolväten i grundvatten

Projektet pågår att sanera efter tvätten. Detta redovisas inte här.